

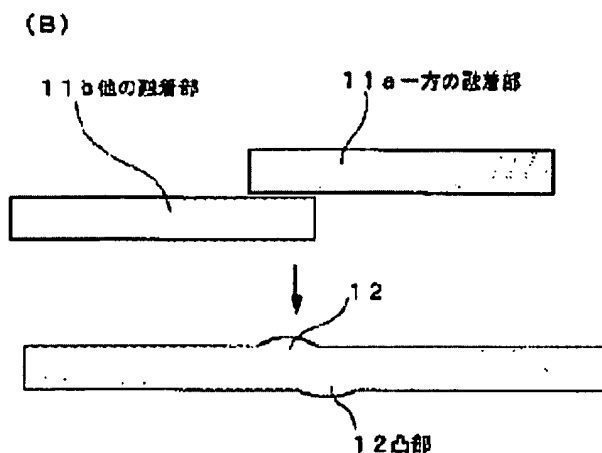
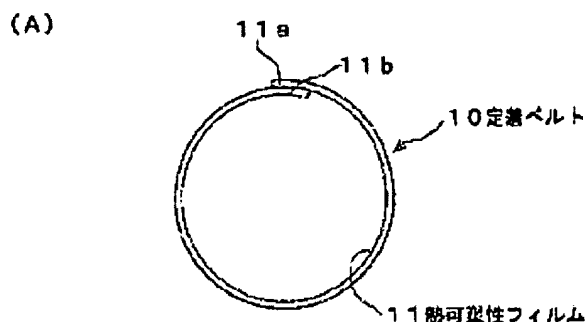
**METHOD FOR MANUFACTURING SEAMLESS CYLINDRICAL FILM AND SEAMLESS CYLINDRICAL FILM**

Patent number: JP2001290384  
Publication date: 2001-10-19  
Inventor: OGAKI TAKASHI  
Applicant: RICOH KK  
Classification:  
- international: G03G15/20; B29C65/48; B32B1/08; B32B27/00; B32B27/30; B32B27/34; B32B27/36; B29L23/00  
- european: B29C65/00H2B; B29C65/48  
Application number: JP20000105223 20000406  
Priority number(s): JP20000105223 20000406

Report a data error here

**Abstract of JP2001290384**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily produce a fixing belt (seamless cylindrical film) having sufficient functions required such as surface smoothness, heat resistance and toner release properties with good mass-productivity. **SOLUTION:** In the process of manufacturing a fixing belt to be used for a heating and fixing device to heat and fix a toner image transferred to an objective body (copy paper or the like), the ends 11a, 11b facing each other of a thermoplastic film 11 are overlapped and welded by heating.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 3 G 15/20	1 0 1	G 0 3 G 15/20	1 0 1 2 H 0 3 3
B 2 9 C 65/48		B 2 9 C 65/48	4 F 1 0 0
B 3 2 B 1/08		B 3 2 B 1/08	A 4 F 2 1 1
27/00	1 0 1	27/00	1 0 1
27/30		27/30	D
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-105223(P2000-105223)

(22) 出願日 平成12年4月6日(2000.4.6)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大垣 傑

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

最終頁に続く

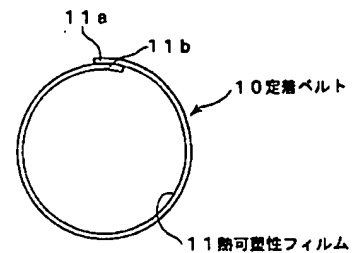
(54) 【発明の名称】 シームレス筒状フィルムの製造方法およびシームレス筒状フィルム

(57) 【要約】

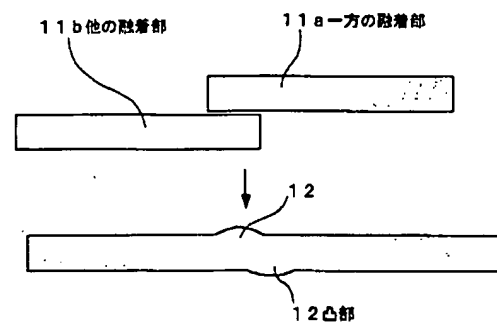
【課題】 表面平坦性・耐熱性・トナー離型性等の必要機能確保した定着ベルト (シームレス筒状フィルム) を簡便、かつ量産性良く製造する。

【解決手段】 被写体 (コピー紙等) 上に転写されたトナー画像を加熱定着させるための加熱定着装置に使用する定着ベルトを製造するに際し、熱可塑性フィルム 11 の対向する端部 11 a, 11 b を重ね合わせ、該重ね合わせ部を熱融着する。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体上に転写されたトナーを加熱定着させる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状の熱可塑性プラスチックフィルムの対向する端部を重ね合わせ、該重ね合わせ部を熱融着して筒状とすることを特徴とするシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項2】 前記プラスチックフィルムの端部を面取り加工し、これらの面取り加工面を重ね合わせ、該重ね合わせ部を熱融着することを特徴とする請求項1記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項3】 前記熱融着した部分の表面を研磨加工して、該熱融着部の厚みをプラスチックフィルムの当初の厚みにすることを特徴とする請求項1または2記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項4】 前記プラスチックフィルムが熱可塑性ポリイミド(TPI)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド(PEI)またはポリアミドイミド(PAI)からなることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項5】 前記プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項6】 被写体上に転写されたトナーを加熱定着させる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状のプラスチックフィルムの対向する端部に、その厚み方向の凹凸部を複数形成し、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とすることを特徴とするシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項7】 前記凹凸部を、レーザ光を用いたアブレーション加工により形成することを特徴とする請求項6記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項8】 前記接合後の筒状フィルムの前記嵌合部表面を研磨加工して、該嵌合部の厚みを前記プラスチックフィルムの当初の厚みにすることを特徴とする請求項6または7記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項9】 被写体上に転写されたトナーを加熱定着させる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状のプラスチックフィルムの対向する端部に、該フィルムの表面に沿い且つくびれ部を有する凹凸部を前記端部に沿って複数形成し、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とすることを特徴とするシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項10】 前記複数の凹凸部を、当該シームレス筒状フィルムの中心線と非平行に直列に配列することを

特徴とする請求項9記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項11】 前記プラスチックフィルムが熱可塑性ポリイミド(TPI)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド(PEI)もしくはポリアミドイミド(PAI)または、熱硬化性ポリイミドからなることを特徴とする請求項6～10のいずれか1項記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項12】 前記プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することを特徴とする請求項6～11のいずれか1項記載のシームレス筒状フィルムの製造方法。

【請求項13】 請求項1～12のいずれか1項記載の製造方法によって得られたことを特徴とするシームレス筒状フィルム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シームレス筒状フィルムの製造方法および、この方法によって得られたシームレス筒状フィルムに関し、特に電子写真式複写機等の加熱定着装置に使用する筒状の定着ベルトに好適なシームレス筒状フィルムの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、トナーを使用する電子写真式複写機や電子写真式プリンタ等では、感光ドラム上のトナー画像をコピー紙等の被写体に転写後、これを加熱定着装置によって加熱圧着するようになっている。図7

(A)は従来例の加熱定着装置100の概略側面図、図7(B)は定着ベルト101の斜視図である。

【0003】これらの図に示すように、加熱定着装置100では、筒状の定着ベルト101とバックアップロール102とが対向配置され、定着ベルト101はヒータ103により所定温度に加熱される。一方、コピー紙104にはトナー画像105が感光ドラム(図示省略)から予め転写されている。このコピー紙104を矢印A方向に搬送し、搬送方向に回転している定着ベルト101とバックアップロール102の間を通過させつつ、トナー画像105を加熱溶融してコピー紙104に画像を定着させる。

【0004】かかる加熱定着装置100に使用する定着ベルト101に必要な機能は、表面が平滑であること、トナー画像を溶融してコピー紙に固着するのに十分な温度に耐えること、トナー画像との離型性に優れ、トナーが定着面に残ることがないこと、定着面が所定温度に速やかに達すること、高温で長時間加熱しても伸縮せず、強度に変化のないこと、耐薬品性に優れていること等である。

【0005】ところで、前記定着ベルト101の従来の作製では、円筒ドラム状の型にポリイミド原材料を塗布

し、乾燥後に剥離して形成したものを基体として定着ベルト101を作製していた。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の定着ベルト作製方法においては、原材料を1枚ずつドラム状の型に塗布し、乾燥・剥離するため、定着ベルト（シームレス筒状フィルム）の量産性に欠け、これが加熱定着装置のコストアップに繋がるという問題点があった。

【0007】したがって本発明の第1の目的は、定着ベルト（シームレス筒状フィルム）としての表面平滑性・耐熱性・トナー離型性等の必要機能を備えたシームレス筒状フィルムを、簡便で量産性に優れた工程により安価に製造することができる方法を提供することである。本発明の第2の目的は、上記方法で得られた高性能なシームレス筒状フィルムを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、請求項1記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、被写体上に転写されたトナーを加熱定着させる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状の熱可塑性プラスチックフィルムの対向する端部を重ね合わせ、該重ね合わせ部を熱融着して筒状とすることを特徴とする。この製造方法では熱可塑性フィルムを用い、熱融着により帯状で無端部のベルトを作製するものであるため、量産性に優れ、製造コストを抑えることができる。

【0009】請求項2記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項1において、前記プラスチックフィルムの端部を面取り加工し、これらの面取り加工面を重ね合わせ、該重ね合わせ部を熱融着することを特徴とする。この製造方法によれば、例えば図2（A）、（B）に示すように、熱可塑性フィルムの重ね合せ部に面取り加工が施されているので熱融着部の凹凸を抑えることができ、その結果、加熱定着装置において良好な定着画像品質を得ることができる。

【0010】請求項3記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項1または2において、前記熱融着した部分の表面を研磨加工して、該熱融着部の厚みをプラスチックフィルムの当初の厚みにすることを特徴とする。請求項1の製造方法では熱融着部に凹凸が形成されるが、この部分の厚みをプラスチックフィルムの当初厚みにすることにより、加熱定着装置において被写体を正確・安定に走行させることができ、良好な定着画像品質を得ることができる。

【0011】請求項4記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項1～3のいずれか1項において、前記プラスチックフィルムが熱可塑性ポリイミド（TPI）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド（PEI）またはポリアミドイミド（P

AI）からなることを特徴とする。これらのプラスチック材料は、耐熱性に特に優れているので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0012】請求項5記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項1～4のいずれか1項において、前記プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することを特徴とする。これらの樹脂は表面平滑性および離型性に優れているため、加熱定着装置において被写体上のトナーが定着ベルトの定着面に逆転写して残るという不具合がなくなり、良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0013】請求項6記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、被写体上に転写されたトナーを加熱定着させる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状のプラスチックフィルムの対向する端部に、その厚み方向の凹凸部を複数形成し、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とすることを特徴とする。

【0014】請求項1の製造方法は熱融着を利用するものであるが、この請求項6の製造方法においては、プラスチックフィルムの端部同士を重ね合わせ、これに形成し凹凸部を互いに嵌合した後、該嵌合部を接着剤により固着するようにしたので、請求項1とは異なり、プラスチックフィルムとして熱可塑性フィルムに限らず、熱硬化性フィルムを用いることができる。熱硬化性フィルムを使用することで、シームレス筒状フィルムをより安価に製造することができるうえ、フィルムの機械特性・耐熱性・コスト等を考慮した幅広い材質選択が可能となる。

【0015】請求項7記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項6において前記凹凸部を、レーザ光を用いたアブレーション加工により形成することを特徴とする。アブレーション加工によれば、前記シャープな凹凸部を高精度に形成することができる。したがって凹凸部同士の $\mu\text{m}$ オーダーの位置決めと、 $\mu\text{m}$ オーダーのフィルム厚管理とを容易に行うことが可能となり、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0016】請求項8記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項6または7において、前記接合後の筒状フィルムの前記嵌合部表面を研磨加工して、該嵌合部の厚みを前記プラスチックフィルムの当初の厚みにすることを特徴とする。このようにすれば、前記嵌合部表面の段差がなくなるので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0017】請求項9記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、被写体上に転写されたトナーを加熱定着さ

せる加熱定着装置に用いるシームレス筒状フィルムの製造方法であって、シート状のプラスチックフィルムの対向する端部に、該フィルムの表面に沿い且つくびれ部を有する凹凸部を前記端部に沿って複数形成し、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とすることを特徴とする。このように、くびれ部を有する凹凸部同士を嵌合することで、凸部のくびれ部と凹部のくびれ部が互いに係止しあう結果、フィルムを引き延ばす向きの外力が前記嵌合部に作用しても、該嵌合部が分離することはなくなる。

【0018】請求項10記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項9において前記複数の凹凸部を、当該シームレス筒状フィルムの中心線と非平行に直列に配列する（被写体の走行方向と直交しない向きに直列配列する）ことを特徴とする。この方法では、例えば図6（C）に示すように、複数の凹凸部が円筒体の同一母線に沿って形成されていないため、図略のバックアップローラ上で同時に継ぎ目（凹凸部の嵌合部）に発生する応力を分散することができ、継ぎ目の耐久性が向上する。

【0019】請求項11記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項6～10のいずれか1項において、前記プラスチックフィルムが熱可塑性ポリイミド（TPI）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルイミド（PEI）もしくはポリアミドイミド（PAI）または、熱硬化性ポリイミドからなることを特徴とする。これらのプラスチック材料は、耐熱性に特に優れているので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0020】請求項12記載のシームレス筒状フィルムの製造方法は、請求項1～11のいずれか1項において、前記プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコーン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することを特徴とする。これらの樹脂は表面平滑性および離型性に優れているため、加熱定着装置において被写体上のトナーが定着ベルトの定着面に逆転写して残るという不具合がなくなり、良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0021】請求項13記載のシームレス筒状フィルムは、請求項1～12のいずれか1項記載の製造方法によって得られたことを特徴とする。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るシームレス筒状フィルムの製造方法を、図面に基づいて説明する。以下の第1～第4の実施の形態は、シームレス筒状フィルムが定着ベルトの場合である。

#### 【0023】（1）第1の実施の形態

本実施の形態は請求項1に係るものであり、図1（A）は定着ベルト10の側面図、図1（B）は所要部拡大図である。この定着ベルト10の外観は、図8（B）に示

した定着ベルト101と同一である。

【0024】図1（A）、（B）に示すように、定着ベルト10は帯状の熱可塑性フィルム（例えば、熱可塑性ポリイミド、PEEK、ポリアミドイミド）11を円筒状に形成し、対向する端部同士を熱融着装置で熱融着したものである。これらの端部は一方の融着部11aと他方の融着部11bとからなり、図1（B）のように、熱融着後に凸部12が形成されることがあるが、該凸部12はできるだけ低い（平坦である）ことが好ましい。熱融着によれば定着ベルトを簡便、かつ量産性良く作製することができ、また熱可塑性ポリイミド、PEEK、ポリアミドイミド等は耐熱性に特に優れているので、長時間の使用に耐えるものとなる。

#### 【0025】（2）第2の実施の形態

本実施の形態は請求項2に係るものであり、熱可塑性フィルム11の端部に面取り加工を施した場合である。図2（A）は、一方の融着部11aおよび他方の融着部11bに深い面取り部14を形成し、これらの面取り部同士を熱融着した場合である。この場合は熱融着後に凹部15が形成されるが、その凹み具合を小さくできる。図2（B）は融着部11a、11bに浅い面取り部16部を形成し、熱融着した場合である。この場合は熱融着後に凸部17が形成されるが、その出っ張り具合を小さくすることができる。

#### 【0026】（3）第3の実施の形態

本実施の形態は請求項6に係るもので、図3はレーザ加工装置20のシステム構成図である。図4（A）、

（B）はこのレーザ加工装置を使用して、例えば熱可塑性フィルム31（熱可塑性ポリイミド、PEEK、ポリアミドイミドなど）にレーザ加工を施す場合の工程図であって、図4（A）は下側接合部にレーザ加工を行う場合を示す側面断面図、図4（B）は上側接合部にレーザ加工を行う場合を示す側面断面図である。図4（C）は下側接合部の際に形成される円錐台形突起の斜視図、図4（D）は上下接合部の位置関係を示す側面断面図、図4（E）は嵌合・接着後を示す側面断面図である。上記レーザ加工装置20を使用すれば、フィルムの端部に、その厚み方向の微細な凹凸部の容易に形成することができる。

【0027】図3に示すように、フィルム（被加工物）31はロータリステージ25上に載置される。レーザ加工装置20において、レーザ発振源21から出射したレーザビームがミラー、エキスパンダ、ビームホモジェナイザー、フィールドレンズ等からなるビーム整形光学系22において均一化された後、熱可塑性フィルムに凹凸加工を施す（図4（A）、（B）参照）を形成するためのマスク23によりパターン化され、ミラーおよびイメージレンズ24を介して上記フィルム31上に結像される。これにより、アブレーション（分子の結合子を分断し昇華すること）が生じる。このアブレーション加工

については、図4の工程図で説明する。図3中、符号26はビーム形状をモニタリングするモニタリング系であり、符号27はフィルム31の加工状態を観察する光学系である。

【0028】上記レーザ発振源21としては、KrF、ArF、XeCl等のエキシマレーザのほか、SHG、THG、FHGYAGレーザや、パルス幅30nsec以下の短パルスYAGレーザを用い、 $0.05\text{ J/cm}^2$ のエネルギー密度でフィルム31上に照射する。レーザビームの照射を受けたフィルム31の表面はワンパルス毎に彫られ、マスクパターンを転写した形状の凹凸加工が行われる。

【0029】図4(A)(1)～(4)に示すように、フィルム31のレーザ加工は、厚み $100\mu\text{m}$ のフィルム31の一端部である下側接合部31b(図4(D)参照)の上面にレーザビームを $0.5\text{ J/cm}^2$ で、250パルスを照射することにより、高さ約 $50\mu\text{m}$ の円錐台形突起32(図4(C)参照)の列を紙面に垂直方向に複数平行に形成する。

【0030】また、フィルム31の他端部である上側接合部31aに対しては、レーザ加工装置20のマスク23を交換し、図4(B)(1)～(5)に示すように、上側接合部31a(図4(D)参照)の下面にレーザビームを照射することにより、この上側接合部31aの厚みを $50\mu\text{m}$ に薄肉化した後(図4(B)(2)参照)、図4(D)に示すように、この部分における上記円錐台形突起32の複数の列に対応する位置に、円錐台状突起32に嵌合する微細穴34を複数列穿孔する。そして、図4(E)に示すように、上側接合部31aの微細穴34に下側接合部31bの円錐台形突起32を嵌合し、該嵌合部に接着剤35を流し込んで接合する。

【0031】上記マスク形状を適宜に選択することで、凹凸パターンの形状・数を所望のものに設定することができる。また、ロータリステージ25に送りを与えることによって、ステップを踏みエリア加工により周辺領域を順次広げていくステップアンドリピートを繰り返し、フィルム31の接合部全体を加工することができる。さらに、上記のように上側接合部31aの厚みを適切な値に薄肉化することで、前述の凸部12(図1(B))、17(図2(B))や凹部15(図1(A))の発生がなくなり、フィルム厚を当初のフィルム厚 $100\mu\text{m}$ に保つことができる。

【0032】<変形例1>図5(A)、(B)は上側接合部31aと下側接合部31bとの接合要領を示す断面図である。レーザ加工装置20によって、下側接合部31bに対しては、紙面に垂直方向縦一列に複数の円錐台形突起33aを形成し、上側接合部31aに対しては、該円錐台形突起33aに対応した位置に縦一列に微細穴34a(貫通穴)を形成して、円錐台形突起33aを微細穴34aに嵌合し、該嵌合部に接着剤35を流し込んで

で接合する。このようにすると前述の凸部12(図1(B))、17(図2(B))や凹部15(図2(A))の発生がなく、フィルム厚を当初のフィルム厚 $100\mu\text{m}$ に保つことができ、また端部同士の位置合せをすることができる。なお、上記第3の実施の形態において、上記嵌合後の接合部のフィルムが当初のフィルム厚を超えた場合には、表面を研磨加工により当初厚に修正すれば良い。

【0033】(4)第4の実施の形態

本実施の形態は請求項9に係るもので、図6(A)～(C)は本実施の形態を示す図である。図6(A)に示すように、フィルム31の対向する端部の一方に、該フィルム31の表面に沿い且つくびれ部36を有する略々U字型の凸部31cおよび凹部31dを、前記端部に沿って複数交互に形成する。この場合、凸部31cと凹部31dは互いに点対象に形成する。また、他方の端部については、上記凸部31cの対応位置に凹部31dを、上記凹部31dの対応位置に凸部31cをそれぞれ形成する(図略)。図6(B)に示すように、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とする。この嵌合は、一方の端部の凸部31cを、他方の端部の凹部31dの真上に位置決めして行う。上記凸部31cと凹部31dは上記くびれ部36により相互の移動が拘束されるため、上記嵌合部をフィルム表面に沿う引張り力が作用しても離れることがない。

【0034】上記凹凸部31c、31dは図6(c)に示すように、シームレス筒状フィルムの中心線と非平行に直列に配列することが好ましい。こうすることで、バックアップローラ上で同時に縫ぎ目(嵌合部)が発生する応力を分散させることができ、フィルム耐久性が向上する。

【0035】上記第1および第2の実施の形態では、フィルム端部同士を熱融着により接合したため、プラスチックフィルムの材料として熱可塑性樹脂を使用する必要があったが、上記第3および第4の実施の形態では、凹凸嵌合により接合するようにしたので、フィルム材料は熱可塑性樹脂に限らず、熱硬化性樹脂を用いることができる。すなわち、第3および第4の実施の形態においては、フィルム材料として熱可塑性ポリイミド(TPI)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド(PEI)またはポリアミドイミド(PAI)または、熱硬化性ポリイミドその他の樹脂を採用することができる。

【0036】また、第3および第4の実施の形態にあっても、第1および第2の実施の形態と同じく、プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコーン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することが望ましい。

【0037】

【発明の効果】請求項1の発明は、熱可塑性フィルム of 端部同士を熱融着することにより無端状ベルトを作製するものであるため量産性に優れ、これを安価に提供することができる。

【0038】請求項2の発明によれば、熱可塑性フィルムの重ね合せ部に面取り加工が施されているので、熱融着部の凹凸を抑えることができ、その結果、加熱定着装置において良好な定着画像品質を得ることができる。

【0039】請求項3の発明によれば、請求項1の製造方法では熱融着部に凹凸が形成されるが、この部分の厚みをプラスチックフィルムの当初厚みにすることにより、加熱定着装置において被写体を正確・安定に走行させることができ、良好な定着画像品質を得ることができる。

【0040】請求項4の発明ではプラスチックフィルムとして、いずれも耐熱性に特に優れているTPI、PEEK、PEIまたはPAIからなるものを用いるので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0041】請求項5の発明では、プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層する。これらの樹脂は表面平滑性および離型性に優れているため、加熱定着装置において被写体上のトナーが定着ベルトの定着面に逆転写して残るといった不具合がなくなり、良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0042】請求項6の発明ではプラスチックフィルムの端部同士を重ね合わせ、これらに形成した凹凸部を互いに嵌合した後、該嵌合部を接着剤により固着するようにしたので、請求項1とは異なり、プラスチックフィルムとして熱可塑性フィルムに限らず、熱硬化性フィルムを用いることができる。熱硬化性フィルムを使用することで、シームレス筒状フィルムをより安価に製造することができるうえ、フィルムの機械特性・耐熱性・コスト等を考慮した幅広い材質選択が可能となる。

【0043】請求項7の発明では、凹凸部を、レーザ光を用いたアブレーション加工によって形成する。アブレーション加工によれば、シャープ形状の凹凸部を高精度に形成することができる。したがって凹凸部同士の $\mu\text{m}$ オーダーの位置決めと、 $\mu\text{m}$ オーダーのフィルム厚管理とを容易に行うことが可能となり、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0044】レーザ光としKrF、ArF、XeCl等のエキシマレーザ又は、SHG、THG、FHGYAGレーザや、パルス幅30ns以下の短パルスYAGレーザのアブレーションを用いることにより、シャープで高精度な凹凸加工を行うことができ、フィルム端部同士の $\mu\text{m}$ オーダーの微細な位置決めと、フィルム厚管理とが可能となる。

【0045】請求項8の発明では、接合後の筒状フィル

ムの嵌合部表面を研磨加工して、該嵌合部の厚みを前記プラスチックフィルムの当初の厚みにする。こうすることで嵌合部表面の段差がなくなるので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0046】請求項9の発明では、プラスチックフィルムの対向する端部に、該フィルムの表面に沿って且つくびれ部を有する凹凸部を前記端部に沿って複数形成し、一方の端部の凹凸部を他方の端部の凹凸部に嵌合した後、該嵌合部を接着剤により接合して筒状とする。くびれ部を有する凹凸部同士を嵌合することで、凸部のくびれ部と凹部のくびれ部が互いに係止しあう結果、フィルムを引き延ばす向きの外力が前記嵌合部に作用しても、該嵌合部が分離することはなくなる。

【0047】請求項10の発明では、複数の凹凸部を当該シームレス筒状フィルムの中心線と非平行に直列に配列する。この方法によれば、複数の凹凸部が筒状体の同一母線に沿って形成されることになくなるため、バックアップローラ上で同時に継ぎ目（凹凸部の嵌合部）に発生する応力を分散させることができ、継ぎ目の耐久性が向上する。

【0048】請求項11の発明では、プラスチックフィルムの材料として、熱可塑性ポリイミド（TPI）、PEEK、PEIもしくはPAIまたは、熱硬化性ポリイミドを用いる。耐熱性に特に優れているので、加熱定着装置において良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0049】請求項12の発明では、プラスチックフィルムの表面にあらかじめ、シリコン樹脂、フッ素樹脂の少なくとも一方からなる薄膜層を積層することを特徴とする。これらの樹脂は表面平滑性および離型性に優れているため、加熱定着装置において被写体上のトナーが定着ベルトの定着面に逆転写して残るといった不具合がなくなり、良好な品質の定着画像を安定して得ることができる。

【0050】請求項13の発明に係るシームレス筒状フィルムは、請求項1～12のいずれか1項記載の製造方法によって得られたものであるため、安価に提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す図であって、(A)は側面図、(B)はその要部拡大図である。

【図2】同第2の実施の形態を示す図であって、(A)は面取りが深い場合の要部拡大側面図、(B)は面取りが浅い場合の要部拡大側面図である。

【図3】同第3の実施の形態に使用するレーザ加工装置のシステム構成図である。

【図4】同レーザ加工装置を使用してフィルム加工を行う工程図であって、(A)は下側接合部にレーザ加工を行う場合を示す側面断面図、(B)は上側接合部にレー

ザ加工を行う場合を示す側面断面図、(C)は下側接合部の際に形成される円錐台形突起の斜視図、(D)は上下接合部の位置関係を示す側面断面図、(E)は嵌合・接着後を示す側面断面図である。

【図5】第3の実施の形態の変形例を示す図であって、(A)はフィルム的一端部に貫通穴をを、他端部に円錐台形突起をそれぞれ形成したフィルムを示す側面断面図、(B)は同フィルムを嵌合した場合を示す側面断面図である。

【図6】同第4の実施の形態を示す図であって、(A)はフィルム端部に設けた凹凸部の形状を示す平面図、(B)はフィルム端部同士を嵌合した場合の定着ベルトの斜視図、(C)は嵌合部を定着ベルトの中心線に対して斜めに形成した定着ベルトの斜視図である。

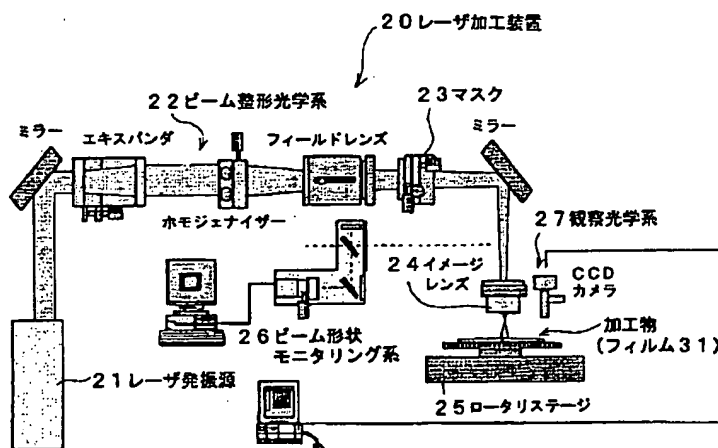
【図7】従来の加熱定着装置を説明する図であって、(A)は側面図、(B)は定着ベルトの斜視図である。

# 【符号の説明】

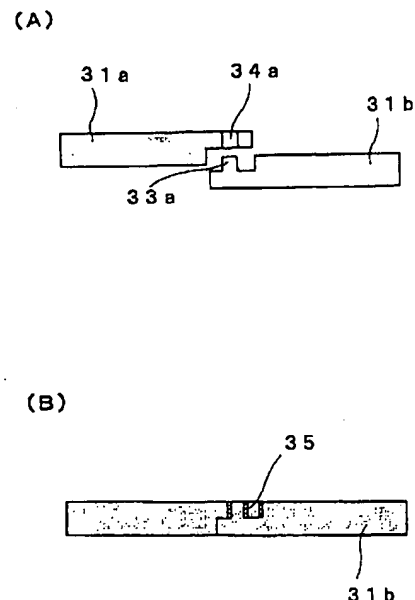
10 定着ベルト  
11 熱可塑性フィルム  
11a 一方の融着部  
11b 他方の融着部  
12 凸部  
14 深い面取り部  
15 凹部  
16 浅い面取り部

17 凸部  
20 レーザ加工装置  
21 レーザ発振源  
22 ビーム整形光学系  
23 マスク  
24 イメージレンズ  
25 ロータリステージ  
26 ビーム形状モニタリング系  
27 観察光学系  
31 フィルム  
31a 上側接合部  
31b 下側接合部  
31c 凸部  
31d 凹部  
32 円錐台形突起  
33a 円錐台形突起  
34, 34a 微細穴  
35 接着剤  
36 くびれ部  
100 加熱定着装置  
101 定着ベルト  
102 バックアップロール  
103 ヒータ  
104 コピー紙  
105 トナー画像

【図3】

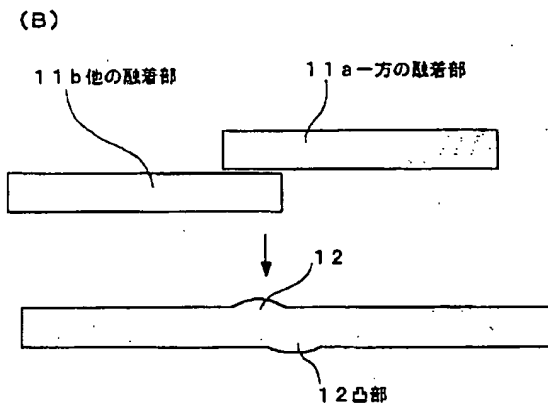
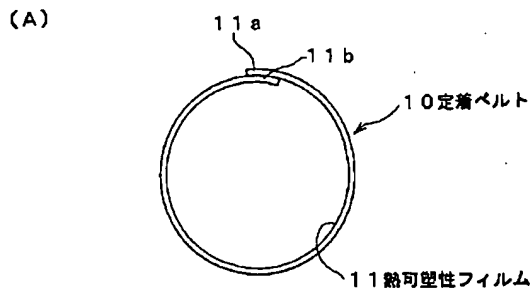


【図5】

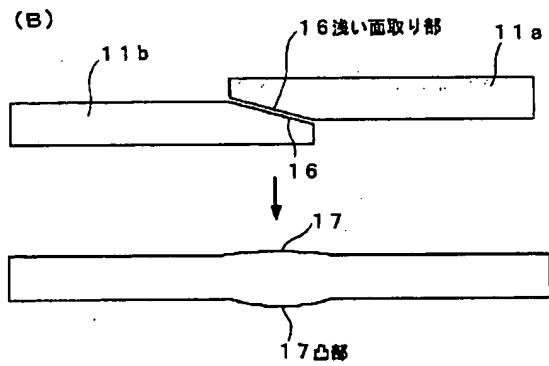
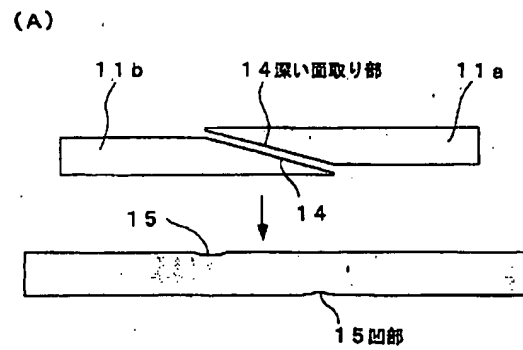




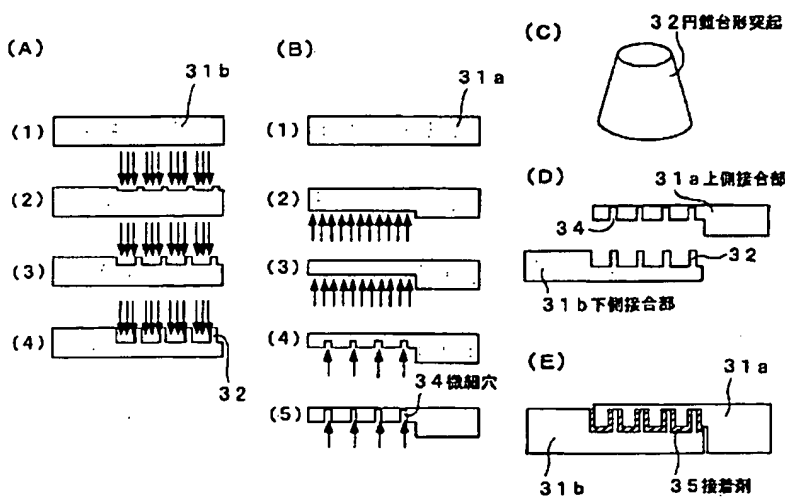
【図1】



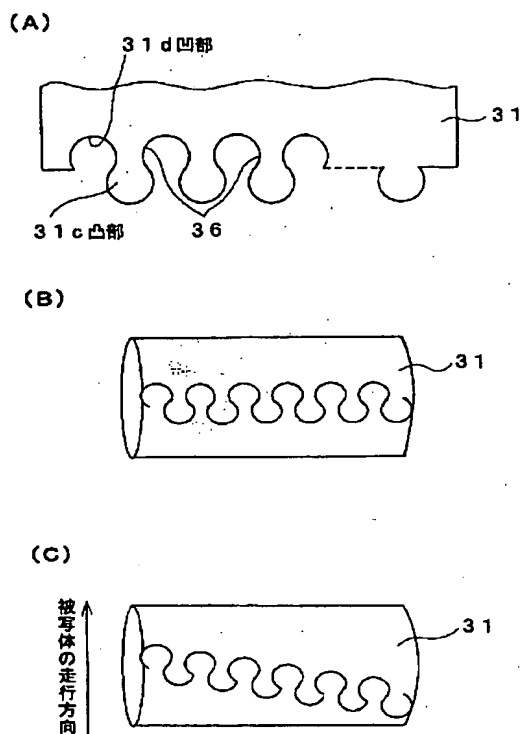
【図2】



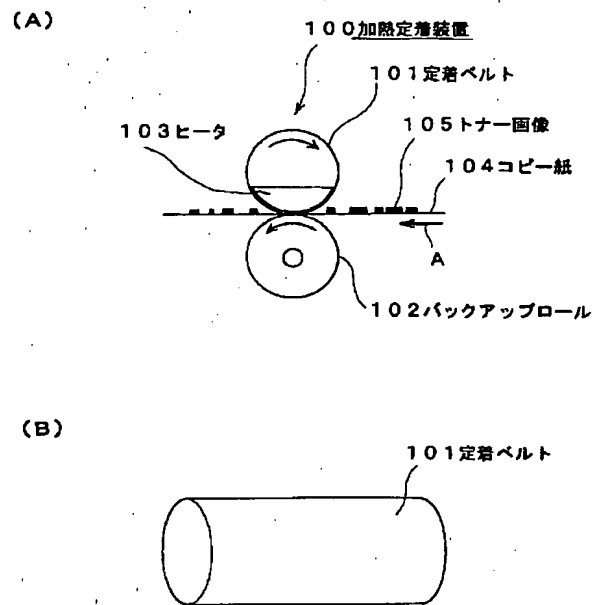
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

B 3 2 B 27/34

B 3 2 B 27/34

27/36

27/36

// B 2 9 L 23:00

B 2 9 L 23:00

Fターム(参考) 2H033 AA31 BA11 BA12 BA25 BA26  
BE03

4F100 AK01A AK17B AK17C AK49A  
AK50A AK52B AK52C AK56A  
BA01 BA02 BA03 BA07 BA10A  
BA10C CB00 DA11 DB02  
GB41 JB13A JB16A

4F211 AA28 AA29 AA32 AA40 AD05  
AD08 AD25 AG08 AG16 AH33  
TA01 TA03 TC09 TD08 TD09  
TD10 TD14 TD15 TH02 TH06  
TH17 TH18 TH22

**(54) [Title of the Invention]**

Process for Producing Seamless Cylindrical Film and Seamless Cylindrical Film

**(57) [Abstract]**

**[Object]** To provide a process for conveniently producing a fixing belt (seamless cylindrical film) with high mass-productivity, which fixing belt fulfills the requirements, such as surface smoothness, heat resistance, toner releasability and the like.

**[Means for Solving Problems]** In producing a fixing belt used in a heat-application image-fixing unit in order to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member (copy paper and the like), the opposite ends 11a and 11b of a thermoplastic film 11 are caused to overlap and the overlapping portion is subjected to heat-sealing.

**[Scope of Claim for a Patent]**

**[Claim 1]** A process for producing a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member, wherein the opposite ends of a sheet-shaped thermoplastic film are caused to overlap and the overlapping portion is heat-sealed to make the film into a cylindrical form.

**[Claim 2]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in Claim 1, wherein the ends of the plastic film are subjected to chamfering, the chamfered surfaces are caused to overlap, and the overlapping portion is heat-sealed.

**[Claim 3]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in Claim 1 or 2, wherein the surface of the heat-sealed portion is subjected to grinding to make the thickness of the heat-sealed portion an initial thickness of the plastic film.

**[Claim 4]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in any one of Claims 1 through 3, wherein the plastic film is made of thermoplastic polyimide (TPI), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide (PEI) or polyamideimide (PAI).

**[Claim 5]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in any one of Claims 1 through 4, wherein a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film.

**[Claim 6]** A process for producing a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner

image transferred to an image-bearing member, wherein a plurality of concave and convex portions are formed in a sheet-shaped plastic film at the opposite ends thereof in the direction of film thickness, the concave and convex portions at one end are fitted into the convex and concave portions at the other end, and the fitted portions are joined with an adhesive to make the sheet into a cylindrical form.

form -  
stable!

**[Claim 7]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in Claim 6, wherein the concave and convex portions are formed by laser ablation.

**[Claim 8]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in Claim 6 or 7, wherein after the fitted portions are joined, the surface of the fitted portions of the cylindrical film is subjected to grinding to make the thickness of the fitted portions an initial thickness of the plastic film.

**[Claim 9]** A process for producing a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member, wherein a plurality of concave and convex portions, each having a narrow neck, are formed in a sheet-shaped plastic film along the opposite ends thereof in the direction of a film surface, the concave and convex portions formed along one end are fitted into the corresponding convex and concave portions formed along the other end, and the fitted portions are joined with an adhesive to make the film into a cylindrical form.

**[Claim 10]** The process for producing a seamless cylindrical film

as claimed in Claim 9, wherein the plurality of concave and convex portions are positioned in a row not in parallel to the center line of the seamless cylindrical film.

**[Claim 11]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in any one of Claims 6 through 10, wherein the plastic film is made of thermoplastic polyimide (TPI), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide (PEI) or polyamideimide (PAI), or thermosetting polyimide.

**[Claim 12]** The process for producing a seamless cylindrical film as claimed in any one of Claims 6 through 11, wherein a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film.

**[Claim 13]** A seamless cylindrical film produced by a process as claimed in any one of Claims 1 through 12.

**[Detailed Explanation of the Invention]**

[0001]

**[Technical Field Pertinent to the Invention]**

The present invention relates to a process for producing a seamless cylindrical film and a seamless cylindrical film obtained by the above-mentioned process. In particular, the present invention relates to a process for producing a seamless cylindrical film suitable for a fixing belt in a cylindrical form used in a heat-application image-fixing unit of an electrophotographic copier and the like.

[0002]

**[Prior Art]**

For example, an electrophotographic copier, an electrophotographic printer or the like using a toner is designed to transfer a toner image formed on a photoconductor drum to an image-bearing member such as a copy paper or the like, and thereafter to fix the transferred image thereto by the application of pressure and heat using a heat-application image fixing unit. Fig. 7(A) is a schematic side view showing a conventional heat-application image-fixing unit 100; and Fig. 7(B) is a perspective view showing a fixing belt 101.

[0003]

As shown in those figures, in the heat-application image-fixing unit 100, a cylindrical fixing belt 101 and a back-up roller 102 are placed opposite to each other. The fixing belt 101 is heated to a predetermined temperature by a heater 103. A copy paper 104 bears thereon a toner image 105 previously transferred from a photoconductor drum (not shown). The copy paper 104 is transported in a direction of arrow A and caused to pass through the fixing belt 101 and the back-up roller 102, which are rotated in the transporting direction, while the toner image 105 is fused by the application of heat and fixed to the copy paper 104.

[0004]

The fixing belt 101 used in the above-mentioned heat-application image-fixing unit 100 is required to have the following features: smooth surface, resistance to high temperatures

sufficient for fusing the toner image and fixing the same to the copy paper, excellent releasability from toner images so as not to cause the toner to remain on the fixing surface, capacity to readily increase the temperature of the fixing surface to a predetermined temperature, durability without expansion and contraction and also without change the strength even though heated to high temperatures for a long period of time, excellent chemical resistance, and the like.

[0005]

Conventionally, the above-mentioned fixing belt 101 is produced from a base member prepared in such a manner that a polyimide raw material is coated on a cylindrical drum-shaped mold, and dried and thereafter peeled off the mold.

[0006]

**[Problems to be Solved by the Invention]**

However, in the conventional process for producing the fixing belt, the raw material has to be coated on the drum-shaped mold one by one, followed by drying and peeling, so that mass production of the fixing belt (seamless cylindrical film) is difficult, which causes the problem of increase in the cost of the heat-application image-fixing unit 100.

[0007]

A first object of the present invention is therefore to provide a process for producing a seamless cylindrical film at low cost by employing the convenient steps with high mass-productivity,



which film is provided with the requirements for the fixing belt (seamless cylindrical film), i.e., surface smoothness, heat resistance, toner releasability and the like. A second object of the present invention is to provide a high-performance seamless cylindrical film obtained by the above-mentioned process.

**[Means for Solving the Problems]**

[0008]

To achieve the above-mentioned object, the process for producing a seamless cylindrical film described in Claim 1 is a production process for a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member, characterized in that the opposite ends of a sheet-shaped thermoplastic film are caused to overlap and the overlapping portion is heat-sealed to make the film into a cylindrical form. This production process employs a thermoplastic film and yields an endless belt by heat-sealing, so that the mass-production is increased and the production cost can be reduced.

[0009]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 2 is characterized in that the ends of the plastic film as in Claim 1 are subjected to chamfering, the chamfered surfaces are caused to overlap, and the overlapping portion is heat-sealed. According to this production process, it is possible to reduce the generation of dents and protrusions around the

heat-sealed area because the overlapping ends of the thermoplastic film are chamfered as shown in Figs. 2(A) and 2(B). As a result, the heat-application image-fixing unit can produce fixed images with excellent quality.

[0010]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 3 is characterized in that the surface of the heat-sealed area as in Claim 1 or 2 is subjected to grinding to make the thickness of the heat-sealed area an initial thickness of the plastic film. Although the dents and protrusions are formed around the heat-sealed area by the production process of Claim 1, this problem can be solved by decreasing the thickness of the heat-sealed area to the initial thickness of the plastic film. The result is that the image-bearing member can be transported through the heat-application image-fixing unit accurately and constantly, thereby obtaining excellent quality of the fixed image.

[0011]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 4 is characterized in that the above-mentioned plastic film as in any one of Claims 1 through 3 is made of thermoplastic polyimide (TPI), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide (PEI) or polyamideimide (PAI). Those plastic materials are particularly excellent in terms of heat resistance, so that the heat-application image-fixing unit can constantly produce fixed images with excellent quality.

[0012]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 5 is characterized in that a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film as stated in any one of Claims 1 through 4. Those resins can yield high surface smoothness and excellent releasability, so that it is possible to eliminate the problem that toner on the image-bearing member is undesirably transferred to the fixing surface of the fixing belt and remains thereon in the heat-application image-fixing unit. Therefore, the fixed images with excellent quality can be obtained constantly.

[0013]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 6 is a process for producing a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member, characterized in that a plurality of concave and convex portions are formed in a sheet-shaped plastic film at the opposite ends thereof in the direction of film thickness, the concave and convex portions at one end are fitted into the convex and concave portions at the other end, and the fitted portions are joined with an adhesive to make the sheet into a cylindrical form.

[0014]

The production process of Claim 1 employs the heat-sealing

technique, while, in the production process of Claim 6, the opposite ends of the plastic film are caused to overlap, the concave and convex portions formed at those ends are fitted into each other, and thereafter the fitted portions are joined with an adhesive. Therefore, not only the thermoplastic films, but also thermosetting films can be used for the plastic film, as distinct from Claim 1. The use of the thermosetting film can reduce the manufacturing cost of the seamless cylindrical film. In addition, the materials can be chosen within a wider range in consideration of the mechanical characteristics, heat resistance, cost of the film and the like.

[0015]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 7 is characterized in that the concave and convex portions as in Claim 6 are formed by laser ablation. The processing by ablation can form concave and convex portions sharply and precisely. Therefore, it is possible to position the concave and convex portions with a deviation on the order of micrometers and to control the film thickness on the order of micrometers without difficulty. Thus, high-quality fixed images can be obtained constantly in the heat-application image-fixing unit.

[0016]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 8 is characterized in that after the fitted portions are joined as in Claim 6 or 7, the surface of the fitted portions of the cylindrical film is subjected to grinding to make

the thickness of the fitted portions an initial thickness of the plastic film. This can make the surface of the fitted portions flush, which will lead to the constant production of high-quality fixed images in the heat-application image-fixing unit.

[0017]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 9 is a process for producing a seamless cylindrical film used in a heat-application image-fixing unit to thermally fix a toner image transferred to an image-bearing member, characterized in that a plurality of concave and convex portions, each having a narrow neck, are formed along the opposite ends of a sheet-shaped plastic film in the direction of a film surface, the concave and convex portions formed along one end are fitted into the corresponding convex and concave portions formed along the other end, and the fitted portions are joined with an adhesive to make the film into a cylindrical form. When the convex portion with a narrow neck is fitted into a concave portion with a narrow neck, the narrow necks of the convex portion and the concave portion can lock together. As a result, the fitted portions cannot be prevented from separating even when some external forces are applied to the fitted portions in the direction that stretches the film.

[0018]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 10 is characterized in that the plurality of

concave and convex portions as in Claim 9 are positioned in a row not in parallel to the center line of the seamless cylindrical film, that is, in a direction not perpendicular to the transporting direction of the image-bearing member. According to this process, as illustrated in Fig. 6(C), for example, a plurality of concave and convex portions are not formed along the same generatrix of the cylinder, so that the stress that would be applied simultaneously to the joint (fitted portions of the concave and convex portions) on the back-up roller (not shown) can be scattered. Consequently, the durability of the joint can be improved.

[0019]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 11 is characterized in that the plastic film as in any one of Claims 6 through 10 is made of thermoplastic polyimide (TPI), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide (PEI) or polyamideimide (PAI), or thermosetting polyimide. Those plastic materials have particularly high heat resistance, so that high-quality fixed images can be obtained constantly in the heat-application image-fixing unit.

[0020]

The production process for a seamless cylindrical film described in Claim 12 is characterized in that a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film as in any one of Claims 1 through 11. Those resins can provide high surface

smoothness and excellent releasability, so that it is possible to eliminate the problem that toner on the image-bearing member is undesirably transferred to the fixing surface of the fixing belt and remains thereon in the heat-application image-fixing unit. Therefore, the fixed images with excellent quality can be obtained constantly.

[0021]

A seamless cylindrical film described in Claim 13 is characterized by being produced by a process as described in any one of Claims 1 through 12.

[0022]

#### **[Mode for Carrying Out the Invention]**

The production process for a seamless cylindrical film according to the present invention will now be explained with reference to the figures. The first to fourth embodiments shown below are embodiments where the seamless cylindrical film serves as a fixing belt.

[0023]

##### **(1) First embodiment**

The first embodiment relates to Claim 1. Fig. 1(A) is a side view for showing a fixing belt 10, and Fig. 1(B) is an enlarged partial view of the fixing belt 10. The fixing belt 10 has the same appearance as that of the fixing belt 101 shown in Fig. 8(B).

[0024]

As shown in Figs. 1(A) and 1(B), the fixing belt 10 is prepared

by making a strip of a thermoplastic film 11 (for example, a film of thermoplastic polyimide, PEEK or polyamideimide) into a cylindrical form and heat-sealing the opposite ends using a heat-sealer. One of the above-mentioned ends is made as a heat-seal end 11a, and the other end is made as a heat-seal end 11b. Protrusions 12 may be generated after heat-sealing as shown in Fig. 1(B). It is preferable that the protrusions 12 be as low as possible (namely, the protrusions 12 are nearly flat). The use of the heat-sealing technique makes it possible to conveniently produce fixing belts with high mass-productivity. In addition, the thermoplastic polyimide, PEEK, polyamideimide or the like has such high heat resistance that the film can withstand a long-term operation.

[0025]

## (2) Second embodiment

The second embodiment relates to Claim 2, where the ends of the thermoplastic film 11 are subjected to <sup>abschrägen (?)</sup> chamfering. In Fig. 2(A), the ends 11a and 11b to be subjected to heat-sealing are sharply <sup>exakt</sup> ~~form~~ chamfered, and those chamfered portions 14 are then heat-sealed. Although dents 15 are formed after heat-sealing in this case, the degree of the dents 15 can be reduced. Fig. 2(B) shows the case where the heat-seal ends 11a and 11b are moderately chamfered and those chamfered portions 14 are then subjected to heat-sealing. Although protrusions 17 are formed after heat-sealing in this case, the degree of the protrusions 17 can be reduced.



[0026]

(3) Third embodiment

The present embodiment relates to Claim 6. Fig. 3 is a diagram showing the system configuration of a laser processing apparatus 20. Figs. 4(A) and 4(B) are flow diagrams where a thermoplastic film 31 (thermoplastic polyimide, PEEK, polyamideimide, or the like) is subjected to laser processing using the above-mentioned laser processing apparatus. Fig. 4(A) is a sectional side elevation showing the case where the lower joining portion is subjected to laser processing, while Fig. 4(B) is a sectional side elevation showing the case where the upper joining portion is subjected to laser processing. Fig. 4(C) is a perspective view of a frusto-conical protrusion formed in the lower joining portion. Fig. 4(D) is a sectional side elevation showing the physical relationship between the upper and lower joining portions. Fig. 4(E) is a sectional side elevation showing the structure after the joining portions have been fitted and joined. By using the above-mentioned laser processing apparatus 20, it is possible to easily form fine concave and convex portions in the film at the ends thereof in the direction of film thickness.

[0027]

As shown in Fig. 3, a film 31 (workpiece) is set on a rotary stage 25. In the laser processing apparatus 20, a laser beam emerging from a laser oscillator 21 is homogenized through a beam forming optical system 22 composed of a mirror, expander, beam

homogenizer, field lens and the like. After that, a pattern for forming concave and convex portions in the thermoplastic film (see Figs. 4(A) and 4(B)) is formed by a mask 23, which pattern is converted into an image on the above-mentioned film via a mirror and an image lens 24. At that time, ablation (to split the bond of molecules to induce sublimation) is caused. The processing by ablation will be explained with reference to the flow diagrams shown in Fig. 4. In Fig. 3, reference numeral 26 indicates a monitoring system for monitoring the beam shape; and reference numeral 27, an optical system for observing the state of the film 31 subjected to processing.

[0028]

Using excimer laser, for instance, of KrF, ArF, XeCl and the like; SHG, THG, FHGYAG laser; and low-pulsed YAG laser with a pulse width of 30 nsec or less for the above-mentioned laser oscillator 21, a laser beam is applied to the film 31 at an energy density of  $0.05 \text{ J/cm}^2$ . The surface of the film 31, irradiated with the laser beam, is engraved by each pulse. Thus, a configuration with convex and concave portions is formed, as the mask pattern being transferred.

[0029]

As shown in the steps (1) through (4) of Fig. 4(A), laser processing is performed in a film 31 in such a manner that 250 pulses are applied to the top surface of a lower joining portion 31b, that is, one end of the film 31 with a thickness of 100  $\mu\text{m}$  (see Fig. *schv*

4(D)), using a laser beam at  $0.5 \text{ J/cm}^2$ . By this operation, a plurality of parallel rows of frusto-conical protrusions 32 (see Fig. 4(C)) with a height of about  $50 \text{ } \mu\text{m}$  are formed in a direction perpendicular to the paper.

[0030]

With respect to an upper joining portion 31a, that is, the other end of the film 31, the mask 23 in the laser processing apparatus 20 is changed to another one, and as shown in the steps (1) through (5) of Fig. 4(B), a laser beam is applied to the bottom surface of the upper joining portion 31a (see Fig. 4(D)). The thickness of the upper joining portion 31a is decreased to  $50 \text{ } \mu\text{m}$  (see the step (2) of Fig. 4(B)), and then a plurality of parallel rows of minute holes 34 into which the frusto-conical protrusions 32 are to be fitted are formed in proper positions corresponding to the plurality of parallel rows of protrusions 32, as shown in Fig. 4(D). Subsequently, as shown in Fig. 4(E), the frusto-conical protrusions 32 formed in the lower joining portion 31b are fitted into the minute holes 34 formed in the upper joining portion 31a, and the fitted portions are joined by injecting an adhesive 35 therein.

[0031]

It is possible to determine the shape and number of the concave and convex patterns as desired by appropriately selecting the configuration of the above-mentioned mask. Further, it is possible to treat the entire area of the joined portion of the film 31 by a step-and-repeat procedure, that is, for successively expanding

the peripheral area, step-by-step, by applying a feeding/driving force to the rotary stage 25. Furthermore, the formation of the above-mentioned protrusions 12 and 17 (Fig. 1(B) and Fig. 2(B)) and dents 15 (Fig. 1(A)) can be avoided and the initial film thickness ( $100\text{ }\mu\text{m}$ ) can be maintained by decreasing the thickness of the upper joining portion 31a to a proper value as stated above.

[0032]

<Modified embodiment 1>

Figs. 5(A) and 5(B) are sectional views for showing a procedure for joining an upper joining portion 31a and a lower joining portion 31b. Using the laser processing apparatus 20, frusto-conical protrusions 33a formed in a longitudinal row are formed in the lower joining portion 31b in a direction perpendicular to the paper. In the upper joining portion 31a, minute holes (through holes) 34a provided in a longitudinal row are formed at places corresponding to the above-mentioned frusto-conical protrusions 33a. The frusto-conical protrusions 33a are fitted into the minute holes 34a and joined by injecting an adhesive 35 into the fitted portions. According to this procedure, the above-mentioned protrusions 12 and 17 (Fig. 1(B) and Fig. 2(B)) and dents 15 (Fig. 2(A)) are not formed and the initial film thickness ( $100\text{ }\mu\text{m}$ ) can be maintained. Further, the positions of the ends are appropriately corrected. In the third embodiment stated above, if the film thickness exceeds the initial film thickness around the joined areas after the joining

portions are fitted, the film thickness may be corrected by subjecting the surface to grinding to obtain the initial thickness.

[0033]

<Fourth embodiment>

The present embodiment relates to Claim 9. Figs. 6(A) through 6(C) are diagrams illustrating the present embodiment. As shown in Fig. 6(A), a plurality of approximately U-shaped convex portions 31c and concave portions 31d, each convex portion and concave portion having a narrow neck 36, are formed in a film 31 at one of the opposite ends thereof in the direction of a surface of the film 31 in such a configuration that the convex and concave portions are alternately positioned along the aforementioned end. In this case, the convex portion 31c and the concave portion 31d are made so as to be point-symmetrical to each other. Corresponding to the above-mentioned convex portions 31c and concave portions 31d, concave portions 31d and convex portions 31c are respectively formed at the other end (not shown). As shown in Fig. 6(B), the concave and convex portions of one end are fitted into the convex and concave portions of the other end, and then the fitted portions are joined with an adhesive to form a cylinder. When the convex portion 31c of one end is fitted into the concave portion 31d of the other end, the convex portion 31c is positioned so as to be immediately above the concave portion 31d of the other end. The mutual movement of the aforementioned convex portions 31c and concave portions 31d is restrained by the presence of the narrow

neck 36 of each portion. Therefore, the fitted portions can be prevented from separating even when a tensile force is applied to the film in the direction of the film surface.

[0034]

The above-mentioned convex and concave portions 31c and 31d may preferably be positioned in a row, not in parallel to the center line of the seamless cylindrical film. This arrangement can disperse the stress that would simultaneously be applied to the joint (fitted portions) on the back-up roller, which will lead to the improvement in durability of the film.

[0035]

It is necessary to employ the thermoplastic resins as the materials for the plastic film in the previously mentioned first and second embodiments because the ends of the film are joined by heat-sealing. On the other hand, in the above-mentioned third and fourth embodiments, joining is achieved by fitting the convex portions into the concave portions, so that not only the thermoplastic resins, but also the thermosetting resins can be used as the materials for the film. Namely, in the third and fourth embodiments, the film materials can include thermoplastic polyimide (TPI), polyether ether ketone (PEEK), polyether imide (PEI) or polyamide imide (PAI), or thermoplastic polyimide and other resins.

[0036]

As in the case with the first and second embodiments, it is

also desirable to previously overlay a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic on the surface of the plastic film in the third and fourth embodiments.

[0037]

**[Effects of the Invention]**

One aspect of the invention according to Claim 1, provides a process for producing an endless belt by heat-sealing the opposite ends of a thermoplastic film, so that mass-production is increased and the belt can be produced at low cost.

[0038]

According to another aspect of the invention described in Claim 2, the formation of dents and protrusions around the heat-sealed area can be reduced because the overlapping ends of the thermoplastic film are subjected to chamfering. As a result, the heat-application image-fixing unit can produce fixed images with excellent quality.

[0039]

According to another aspect of the invention described in Claim 3, it becomes possible to solve the problem caused by the production process of Claim 1 that the dents and protrusions are formed around the heat-sealed area by decreasing the thickness of the heat-sealed area to the initial thickness. The result is that the image-bearing member can be transported through the heat-application image-fixing unit precisely and constantly, thereby obtaining excellent quality of the fixed image.

[0040]

According to another aspect of the invention described in Claim 4, TPI, PEEK, PEI or PAI, any of which has particularly high heat resistance, is used for the plastic film. Therefore, the heat-application image-fixing unit can constantly produce fixed images with excellent quality.

[0041]

According to another aspect of the invention described in Claim 5, a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film. Those resins are excellent in terms of surface smoothness and releasability, so that it is possible to eliminate the problem that toner on the image-bearing member is undesirably transferred to the fixing surface of the fixing belt and remains thereon in the heat-application image-fixing unit. Therefore, the fixed images with excellent quality can be obtained constantly.

[0042]

According to another aspect of the invention described in Claim 6, the ends of the plastic film are caused to overlap, the concave and convex portions formed at those ends are fitted into each other, and thereafter the fitted portions are joined with an adhesive. Therefore, not only the thermoplastic films, but also the thermosetting films can be used as the plastic films, as distinct from Claim 1. The use of the thermosetting film can reduce the manufacturing cost of the seamless cylindrical film. In addition,



the materials can be chosen within a wider range in consideration of the mechanical characteristics, heat resistance, cost of the film and the like.

[0043]

According to another aspect of the invention described in Claim 7, the concave and convex portions are formed by laser ablation. The processing by ablation can form sharp concave and convex portions with high accuracy. Therefore, it is possible to position the concave and convex portions with deviation on the order of micrometers, and to control the film thickness to the level of micrometers without difficulty. Thus, high-quality fixed images can be obtained constantly in the heat-application image-fixing unit.

[0044]

The concave and convex portions can be formed sharply and precisely by ablation using as the laser beam, excimer laser, for instance, of KrF, ArF, XeCl and the like; SHG, THG, FHGYAG laser; and low-pulsed YAG laser with a pulse width of 30 nsec or less. Therefore, it becomes possible to perform the excellent positioning between the ends of the film and the control of the film thickness on the order of micrometers.

[0045]

According to another aspect of the invention described in Claim 8, the surface of the fitted portions of the joined cylindrical film is subjected to grinding to make the thickness of the fitted

portions an initial thickness of the plastic film. This can make the surface of the fitted portions flush, so that high-quality fixed images can be obtained constantly in the heat-application image-fixing unit.

[0046]

According to another aspect of the invention described in Claim 9, a plurality of concave portions and convex portions, each having a narrow neck, are formed in a plastic film along the opposite ends thereof in the direction of a film surface, the concave and convex portions formed along one end are fitted into the corresponding convex and concave portions formed along the other end, and the fitted portions are joined with an adhesive to make the film into a cylindrical form. By fitting the narrow-necked convex portion into the narrow-necked concave portion, the narrow necks of the convex portion and the concave portion can lock together. As a result, the fitted portions cannot be prevented from separating even when some external forces are applied to the fitted portions in the direction that stretches the film.

[0047]

According to another aspect of the invention described in Claim 10, a plurality of concave and convex portions are positioned in a row not in parallel to the center line of the seamless cylindrical film. In this process, a plurality of concave and convex portions are not positioned along the same generatrix of the cylinder, so that the stress that would be applied simultaneously to the joint

(fitted portions of the concave and convex portions) on the back-up roller can be scattered. This can improve durability of the joint.

[0048]

According to another aspect of the invention described in Claim 11, thermoplastic polyimide (TPI), PEEK, PEI or PAI, or thermosetting polyimide is used as the material for the plastic film. Because of high heat resistance of those materials, there can be obtained high-quality fixed images constantly in the heat-application image-fixing unit.

[0049]

According to another aspect of the invention described in Claim 12, a thin-film layer comprising at least one of a silicone resin or a fluoroplastic is previously overlaid on the surface of the plastic film. Those resins are excellent in terms of surface smoothness and releasability, so that it is possible to eliminate the problem that toner on the image-bearing member is undesirably transferred to the fixing surface of the fixing belt and remains thereon in the heat-application image-fixing unit. Therefore, the fixed images with excellent quality can be obtained constantly.

[0050]

A seamless cylindrical film according to another aspect of the invention described in Claim 13 is obtained by the production process as described in any one of Claims 1 through 12. Therefore, the seamless cylindrical film can be provided at low cost.

**[Brief Explanation of Drawings]**

Fig. 1 illustrates the first embodiment of the present invention. Fig. 1(A) is a side view and Fig. 1(B) is an enlarged partial view of Fig. 1(A).

Fig. 2 illustrates the second embodiment of the present invention. Fig. 2(A) is a partially enlarged side view showing the case of sharp chamfering, and Fig. 2(B) is a partially enlarged side view showing the case of moderate chamfering.

Fig. 3 is a diagram showing the system configuration of a laser processing apparatus used in the third embodiment of the present invention.

Fig. 4 includes flow diagrams where a film is subjected to processing using the above-mentioned laser processing apparatus. Fig. 4(A) is a sectional side elevation showing the case where the lower joining portion is subjected to laser processing; Fig. 4(B) is a sectional side elevation showing the case where the upper joining portion is subjected to laser processing; Fig. 4(C) is a perspective view of a frusto-conical protrusion formed in the lower joining portion; Fig. 4(D) is a sectional side elevation showing the physical relationship between the upper and lower joining portions; and Fig. 4(E) is a sectional side elevation showing the state after the joining portions are fitted and joined.

Fig. 5 illustrates a modification of the third embodiments. Fig. 5(A) is a sectional side elevation of a film where a through hole is formed at one end of the film and a frusto-conical protrusion is formed at the other end; and Fig. 5(B) is a sectional side

elevation of the film obtained by fit of the ends.

Fig. 6 illustrates the fourth embodiment of the present invention. Fig. 6(A) is a plan view showing the shapes of concave and convex portions formed at the end of a film; Fig. 6(B) is a perspective view of a fixing belt obtained by fitting one end into the other end; and Fig. 6(C) is a perspective view of a fixing belt where the fitted portions are disposed in a slanting direction to the center line of the fixing belt.

Fig. 7 illustrates a conventional heat-application image-fixing unit. Fig. 7(A) is a side view of the heat-application image-fixing unit; and Fig. 7(B) is a perspective view of a fixing belt.

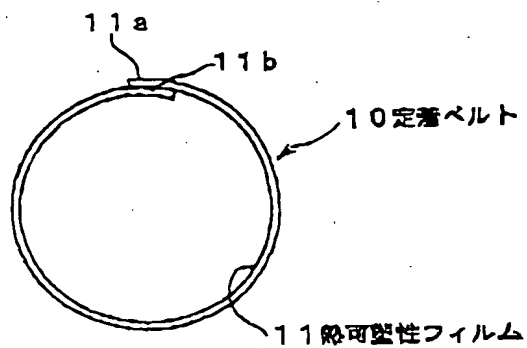
**[Description of Reference Numerals]**

- 10 Fixing belt
- 11 Thermoplastic film
- 11a Heat-seal portion of one end
- 11b Heat-seal portion of the other end
- 12 Protrusions
- 14 Sharply chamfered portion
- 15 Dent
- 16 Moderately chamfered portion
- 17 Protrusions
- 20 Laser processing apparatus
- 21 Laser oscillator
- 22 Beam forming optical system

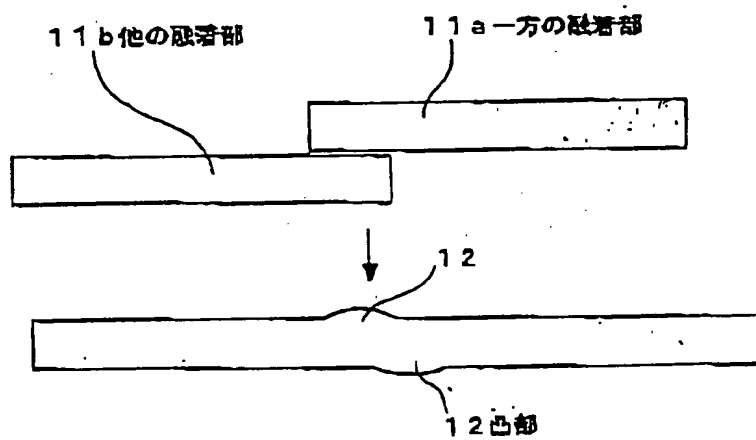
23 Mask  
24 Image lens  
25 Rotary stage  
26 Beam shape monitoring system  
27 Optical system for observation  
31 Film  
31a Upper joining portion  
31b Lower joining portion  
31c Convex portion  
31d Concave portion  
32 Frusto-conical protrusion  
33a Frusto-conical protrusion  
34, 34a Minute hole  
35 Adhesive  
36 Narrow neck  
100 Heat-application image-fixing unit  
101 Fixing belt  
102 Back-up roll  
103 Heater  
104 Copy paper  
105 Toner image

【Fig. 1】

(A)

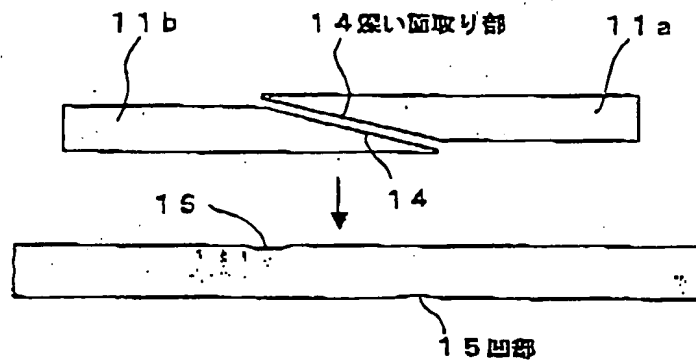


(B)

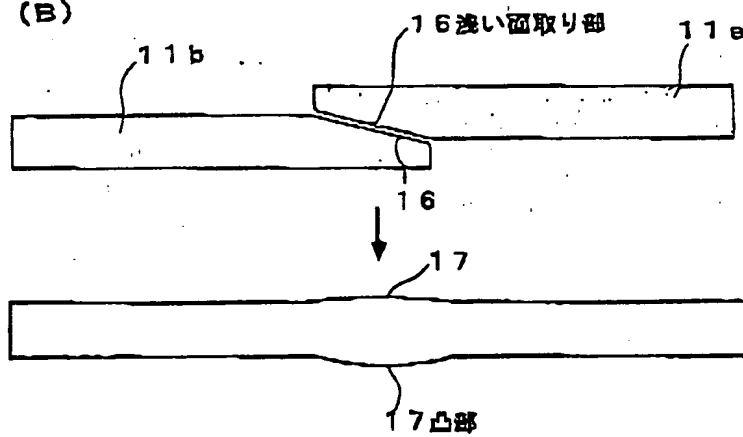


【Fig. 2】

(A)

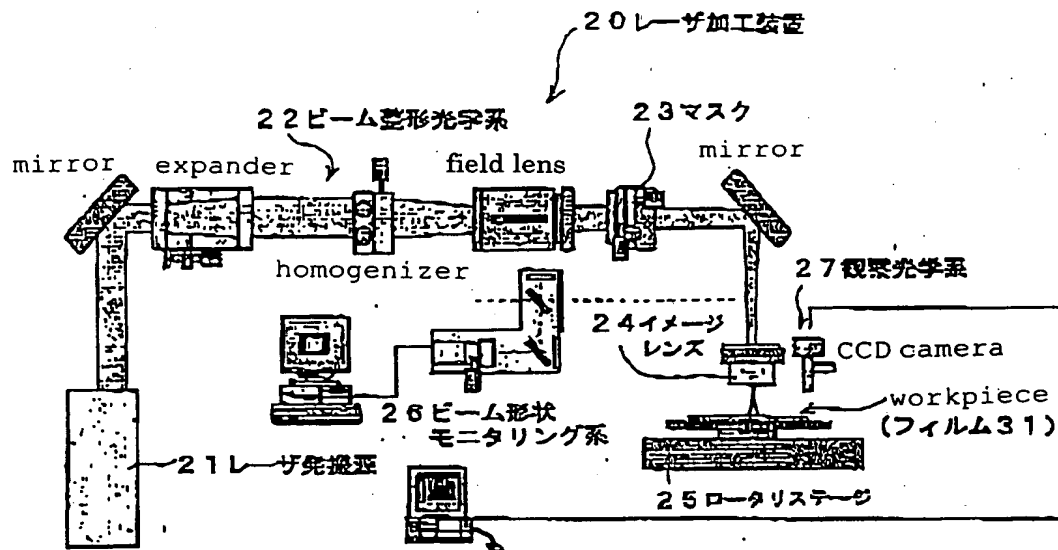


(B)

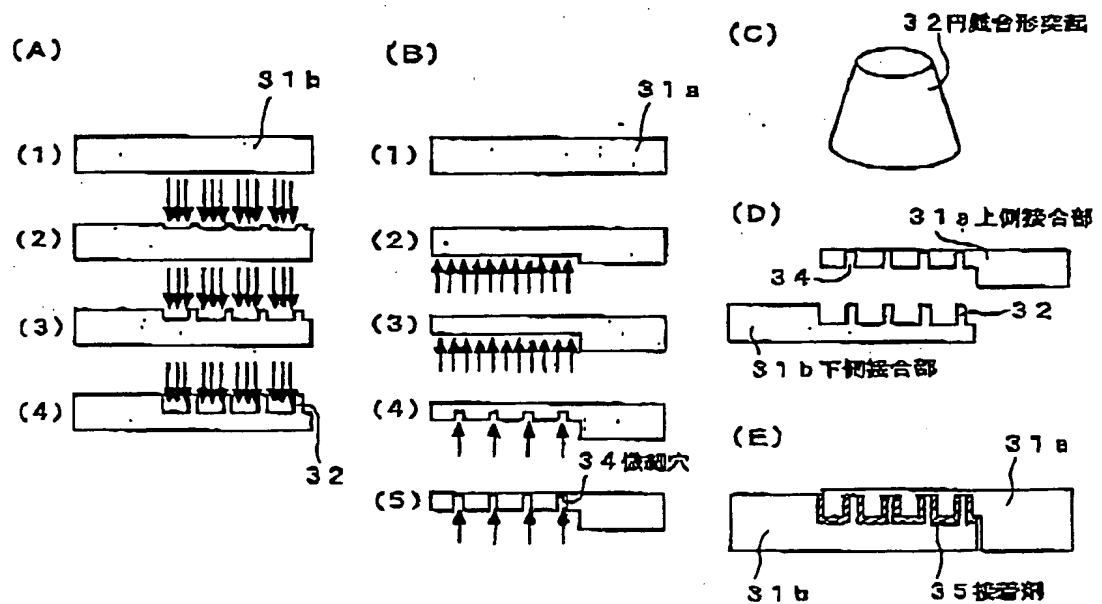




【Fig. 3】

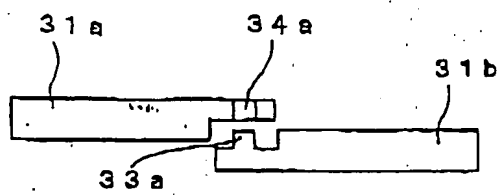


【Fig. 4】

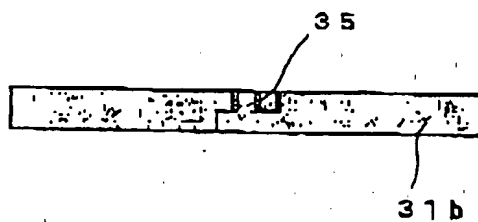


【Fig. 5】

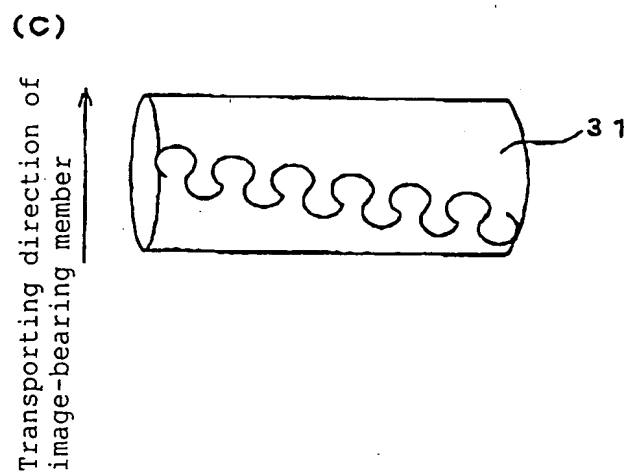
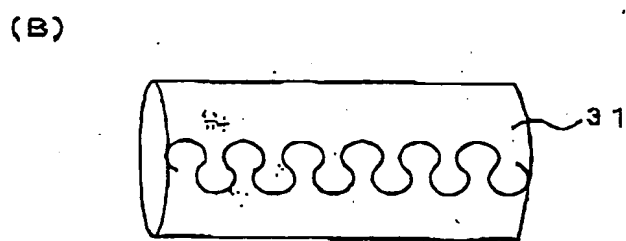
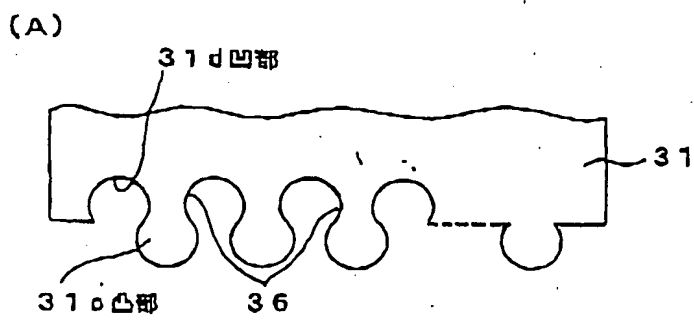
(A)



(B)

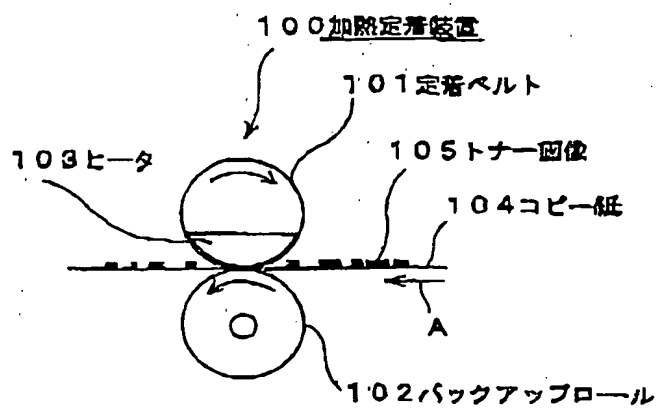


【Fig. 6】

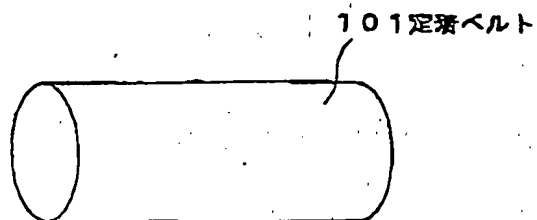


【Fig. 7】

(A)



(B)



\*In the figure, Japanese words without reference numerals are translated.